

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-115708

(43)Date of publication of application : 02.05.1997

(51)Int.Cl. H01F 1/00
H05K 9/00

(21)Application number : 07-267269

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>

(22)Date of filing : 16.10.1995

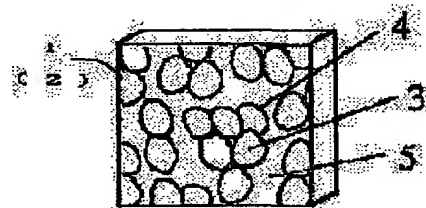
(72)Inventor : SENDA MASAKATSU
ISHII OSAMU
TAKEI KOJI
ISHIZUKA FUMINORI
IWASAKI NOBORU
KUKUTSU NAOYA

(54) ELECTROMAGNETIC WAVE ABSORBING MATERIAL AND PACKAGE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an electromagnetic wave absorbing material which shows an electromagnetic wave absorbing effect even at such a high frequency as several tens of GHz by constituting the material of a hexagonal ferrite containing one or more kinds of aggregates of one or more particles composed of a magnetic material.

SOLUTION: Particles 3 are aggregated into particle groups 4 and the groups 4 are formed into separate aggregates 2 by coating the groups 4 with a nonmagnetic insulator 5. The particle groups 4 are manufactured by sintering the particles 3 composed of a magnetic material and the aggregates 2 are formed by distributing the groups 4 in a binder composed of the insulator 5. Then a hexagonal ferrite containing at least one or more kinds of the particles 3 is manufactured. As a result, an electromagnetic wave absorbing material which shows an electromagnetic wave absorbing effect even at such a high frequency as several tens of GHz and a package which can suppress cavity resonance even at such a high frequency as several tens of GHz can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

530928JP01

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-115708

(43) 公開日 平成9年(1997) 5月2日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F	1/00		H 0 1 F 1/00	C
H 0 5 K	9/00		H 0 5 K 9/00	M

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-267269

(22) 出願日 平成7年(1995)10月16日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 千田 正勝

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 石井 修

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 武井 弘次

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 中村 純之助

最終頁に続く

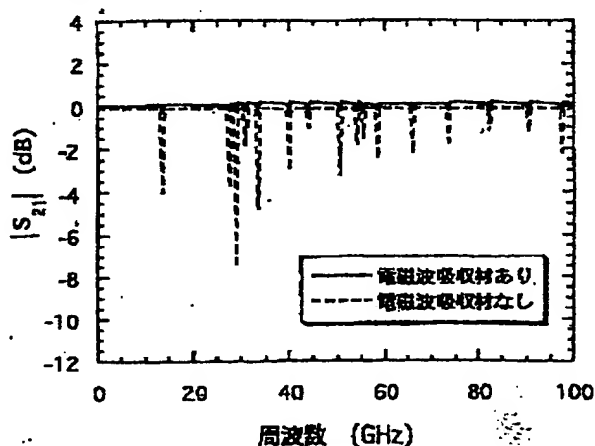
(54) 【発明の名称】 電磁波吸収材およびパッケージ

(57) 【要約】

【課題】 数十GHzの高周波でも電磁波吸収効果を示す電磁波吸収材を得て、上記高周波においてキャビティ共振が抑制できるパッケージを得る。

【解決手段】 磁性体からなる粒子3が少なくとも1個以上集り構成された集合体2であり、上記粒子3が1種類以上の六方晶フェライトからなる電磁波吸収材1とし、これをパッケージ6内壁の一部または全部に配す。

図 6



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性体からなる粒子が少なくとも1個以上集まって構成された集合体であり、上記粒子がそれぞれ1種類以上の六方晶フェライトからなる電磁波吸収材。

【請求項2】 上記磁性体からなる粒子は、上記集合体中で、互いに非磁性絶縁体を介して分離しているか、または互いに接触した粒子群が非磁性絶縁体を介してそれぞれ分離しているか、あるいは互いに接触していることを特徴とする請求項1記載の電磁波吸収材。

【請求項3】 上記磁性体からなる粒子は、上記集合体中における結晶方位が、等方的であるか、または一方向に配向しているか、あるいは空間的に分布をもって配向していることを特徴とする請求項1または請求項2記載の電磁波吸収材。

【請求項4】 パッケージを構成する内壁の一部または全部に、上記請求項1から上記請求項3のいずれかに記載した電磁波吸収材を配したパッケージ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁性体からなる電磁波吸収材およびこれを装荷したパッケージに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 マイクロ波IC素子等を搭載するパッケージでは、パッケージ内のキャビティ寸法により定まる基本および高次モードに対応する固有の周波数（共振周波数）においてキャビティ共振が生じ、このキャビティ共振は搭載回路のこれらの周波数における動作を阻害する。キャビティ共振を抑制する方法としては、パッケージ内に磁性体からなる電磁波吸収材を装荷し、共振エネルギーを吸収する方法がとられている。将来の通信システムの高周波、広帯域化を考慮した場合には、上記パッケージには数十GHz以上の広帯域性が要求される。

【0003】 磁性体の電磁波吸収効果は磁気損失に起因し、比透磁率（ $\mu_r = \mu_r' - j\mu_r''$ ）の虚部 μ_r'' によって特徴づけられる。すなわち μ_r'' が大きいほど大きな電磁波吸収効果が得られる。 μ_r'' は磁性体が磁気共鳴を起こす周波数（磁気共鳴周波数）において最大値をとる。図7に従来電磁波吸収材として使用されてきたNiZnフェライト-ゴム複合材における μ_r'' の周波数特性を示す。 μ_r'' は3GHz付近で磁気共鳴により最大値を示し、10GHz付近でほぼ0となる。これによりNiZnフェライト-ゴム複合材が電磁波吸収材として機能する上限周波数は10GHz付近となる。また、この電磁波吸収材を装荷したパッケージでは、10GHz以上のキャビティ共振が抑制されないため、搭載回路の動作を阻害しないで使用できるパッケージの上限周波数も10GHz付近となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように従来の電磁波吸収材は、数十GHzの高周波においては電磁波吸収効果を示さないという欠点があった。また、上記電磁波吸収材を装荷した従来のパッケージは、数十GHzの高周波においてキャビティ共振を抑制できないという欠点があった。

【0005】 本発明は、数十GHzの高周波でも電磁波吸収効果を示す電磁波吸収材を得ることを目的とし、また、数十GHzの高周波において、キャビティ共振を抑制できるパッケージを得ることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的は、磁性体からなる粒子が少なくとも1個以上集まって構成された集合体であり、上記粒子がそれぞれ1種類以上の六方晶フェライトからなる電磁波吸収材であることにより達成される。また、上記磁性体からなる粒子が、上記集合体の中で、互いに非磁性絶縁体を介して分離しているか、または互いに接触した粒子群がそれぞれ非磁性絶縁体を介して分離しているか、あるいは互いに接触していることにより、または、上記粒子は、上記集合体の中の結晶方位が、等方的であるか、または一方向に配向しているか、あるいは空間的に分布をもって配向していることにより達成される。

【0007】 さらに、他の目的は、上記それぞれに条件のうちいずれかによる電磁波吸収材を、パッケージを構成する内壁の一部または全部に配することによって達成できる。

【0008】

【発明の実施の形態】 本発明において、磁性体からなる粒子が電磁波吸収材を構成する集合体の状態を図1に示す。図1(a)は磁性体からなる粒子3が、互いに非磁性絶縁体5を介して分離した状態で集合体を構成した図、図1(b)は上記粒子3が互いに接触して粒子群4を形成し、これらの粒子群4が非磁性絶縁体5を介してそれぞれ分離した集合体を構成した図、図1(c)は上記粒子3が互いに接触して集合体を構成した図であって、いずれも同様の効果を示す。上記(a)に示す電磁波吸収材は、例えば磁性体からなる粒子を非磁性絶縁体からなるバインダ中に分散させて作製できる。上記

(b)の電磁波吸収材は、例えば磁性体からなる粒子を焼結して粒子群を作製し、この粒子群を非磁性絶縁体からなるバインダ中に分散させて作製できる。また上記(c)の電磁波吸収材は、例えば磁性体からなる粒子を焼結することによって作製できる。

【0009】 つぎに、上記電磁波吸収材における周波数制御、帯域幅制御、異方性制御等の諸特性について、それぞれ説明する。

【0010】 ①周波数制御

電磁波吸収効果の特徴づける μ_r'' は磁気共鳴周波数において最大になるため、電磁波吸収効果を示す周波数は

磁気共鳴周波数によって決まる。本発明による磁性体からなる粒子は、それぞれが少なくとも1種類以上の六方晶フェライトからなる。六方晶フェライトの種類と磁気

共鳴周波数を表1に示す。

[0011]

[表1]

表1

No.	六方晶フェライトの種類	磁気共鳴周波数 (GHz)
1	$\text{PbO} \cdot 6(\text{Fe}_2\text{O}_3)$	38.4
2	$\text{BaO} \cdot 6(\text{Fe}_2\text{O}_3)$	47.6~53.1
3	$\text{BaO} \cdot 6(\text{Fe}_{1-\delta/\delta}\text{Ni}_{\delta/12}\text{Ti}_{\delta/12})_2\text{O}_3$ ($\delta=0.1$)	38.6
4	$\text{BaO} \cdot 6(\text{Fe}_{1-\delta/\delta}\text{Ni}_{\delta/12}\text{Ti}_{\delta/12})_2\text{O}_3$ ($\delta=0.2$)	28.8
5	$\text{BaO} \cdot 6(\text{Fe}_{1-\delta/\delta}\text{Ni}_{\delta/12}\text{Ti}_{\delta/12})_2\text{O}_3$ ($\delta=0.6$)	19.3
6	$\text{BaO} \cdot 6(\text{Fe}_{1-\delta/\delta}\text{Ni}_{\delta/12}\text{Ti}_{\delta/12})_2\text{O}_3$ ($\delta=1.0$)	10.5
7	$\text{BaO} \cdot 6(\text{Fe}_{1-\delta/\delta}\text{Co}_{\delta/12}\text{Ti}_{\delta/12})_2\text{O}_3$ ($\delta=0.5$)	22.8
8	$\text{BaO} \cdot 6(\text{Fe}_{1-\delta/\delta}\text{Co}_{\delta/12}\text{Ti}_{\delta/12})_2\text{O}_3$ ($\delta=1.0$)	5.3
9	$\text{BaO} \cdot 6(\text{Fe}_{1-\delta/\delta}\text{Zn}_{\delta/12}\text{Ti}_{\delta/12})_2\text{O}_3$ ($\delta=0.4$)	22.8
10	$\text{BaO} \cdot 6(\text{Fe}_{1-\delta/\delta}\text{Zn}_{\delta/12}\text{Ti}_{\delta/12})_2\text{O}_3$ ($\delta=0.6$)	15.8
11	$\text{BaO} \cdot 6(\text{Fe}_{1-\delta/\delta}\text{Zn}_{\delta/12}\text{Ti}_{\delta/12})_2\text{O}_3$ ($\delta=1.2$)	7.0
12	$\text{BaO} \cdot 5(\text{Fe}_2\text{O}_3)(\text{Al}_2\text{O}_3)$	78.2
13	$\text{BaFe}^{2+}_2\text{Fe}^{3+}_3\text{O}_{17}$	53.2
14	$\text{BaZnFe}_{18}\text{O}_{50}$	33.6
15	$\text{SrO} \cdot 6(\text{Fe}_2\text{O}_3)$	56~57.8
16	$\text{SrO} \cdot (6-x)(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot x(\text{Al}_2\text{O}_3)$ ($x=0.1$)	59.6
17	$\text{SrO} \cdot (6-x)(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot x(\text{Al}_2\text{O}_3)$ ($x=0.2$)	61.0
18	$\text{SrO} \cdot (6-x)(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot x(\text{Al}_2\text{O}_3)$ ($x=0.5$)	67.1
19	$\text{SrO} \cdot (6-x)(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot x(\text{Al}_2\text{O}_3)$ ($x=1.0$)	86.2
20	$\text{SrO} \cdot (6-x)(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot x(\text{Al}_2\text{O}_3)$ ($x=1.35$)	111.0

【0012】六方晶フェライトは種類によって異なる磁気共鳴周波数を持ち、その分布は数GHzから約100GHzまではほぼ連続的である。磁性体からなる粒子として数十GHz以上の磁性共鳴周波数を示す六方晶フェライトを選ぶことにより、数十GHz以上で電磁波吸収効果を示す電磁波吸収材が実現する。また、六方晶フェライトの種類を変えることにより、磁気共鳴周波数を変化させることができるため、電磁波吸収材の電磁波吸収効果を示す周波数を制御することができる。

【0013】②帯域幅制御

六方晶フェライトは上記のように種類によって異なる磁気共鳴周波数を持ち、その分布は数GHzから約100GHzまではほぼ連続的であるため、これらを混合させて電磁波吸収材を構成することにより、電磁波吸収効果を示す周波数帯域幅を制御することができる。

【0014】本発明の電磁波吸収材における磁性体からなる粒子3の材料の種類に関する例を図2の(a)

(b)、(c)に示し六方晶フェライトの種類を模様で区別し、図1(a)に示す形態に対する例のみ示した。図2(a)では磁性体からなる粒子3は、それぞれ1種類の六方晶フェライトからなり、しかも全粒子は同一種類の六方晶フェライトからなる。図2(b)では磁性体からなる粒子3は、それぞれ1種類の六方晶フェライトからなるが、六方晶フェライトの種類は必ずしも同一ではない。また、図2(c)では磁性体からなる粒子3は、それぞれ1種類の六方晶フェライトからなるか、または複数の六方晶フェライトからなる。

【0015】図2(a)に示す電磁波吸収材は、同一種類の六方晶フェライトからなるため、特定の周波数で電磁波吸収効果を示す。キャビティ共振の各モードはそれぞれ固有の共振周波数をもつため、これに適合した磁気共鳴周波数をもつ六方晶フェライトを選ぶことにより、特定のモードのキャビティ共振を強く抑制することができる。

【0016】図2(b)および(c)に示す電磁波吸収材は、複数種類の六方晶フェライトからなるため、複数の周波数で電磁波吸収効果を示す。複数のモードのキャビティ共振に適合した磁気共鳴周波数をもつ複数の六方晶フェライトを選ぶことにより、上記複数モードのキャビティ共振を抑制することができる。また、数種類の六方晶フェライトから構成することにより、電磁波吸収効果を示す帯域を切れ目なく広帯域に設定することができる。なお、この際、帯域幅を高周波側にのばすには、磁性体として六方晶フェライトの存在は欠くことができないが、低周波側用としては六方晶フェライト以外の磁性体、例えば従来電磁波吸収材として用いられた NiZn フェライトーゴム複合体を混成させても、同様の効果を得ることができる。すなわち、図2(b)および(c)においては、磁性体の種類として六方晶フェライト以外の磁性体が混成していてもかまわない。

【0017】図2(a)に示す電磁波吸収材は、1種類の六方晶フェライトからなる粒子を原材料として、また図2(b)および(c)に示す電磁波吸収材は、1種類または複数の種類の六方晶フェライトからなる粒子を原材料として、電磁波吸収材を作製することにより得られる。

【0018】③異方性制御

六方晶フェライトは結晶のc軸方向を容易軸とする一軸磁気異方性を持ち、c軸方向に対し垂直方向の磁界成分だけを吸収するため、電磁波の入射方向によって異なった電磁波吸収効果を示す。

【0019】本発明の電磁波吸収材1における集合体中の磁性体からなる粒子3の、結晶方位に関する実例を図3の(a)、(b)、(c)に示す。図では結晶のc軸方向を両矢印で示している。すなわち図3において、

(a)は結晶方位が等方的であり、(b)は一方向に配向し、(c)は空間的に分布をもって配向している。

【0020】図3(a)のように結晶方位が等方的である場合には、電磁波吸収材はすべての方向から入射する電磁波に対して同等の電磁波吸収効果を示す。パッケージでは、一般に複数モードのキャビティ共振が生じ、電磁波の方向や空間分布が複雑になるため、これらすべてに対応するにはこのように等方性であることが望ましい。

【0021】図3(b)のように結晶方位が一方向に配向している場合には、電磁波吸収材は特定の方向から入射する電磁波に対して電磁波吸収効果を示す。キャビティ共振の各モードはそれぞれ固有の電磁波の方向、空間分布をもつため、これらに結晶方位を適合させて電磁波吸収材を配置することにより、特定モードのキャビティ共振を強く抑制することができる。また、図3(c)のように結晶方位が空間的に分布をもって配向している場合には、電磁波吸収材は空間的に分布をもった特定の方向から入射する電磁波に対して電磁波吸収効果を示す。

キャビティ共振の各モードは、それぞれ固有の電磁波の方向、空間分布をもつため、これらに適合させて結晶方位の空間分布を持たせた電磁波吸収材を配置することにより、特定モードのキャビティ共振を強く抑制することができる。

【0022】結晶方位を配向させる方法としては、例えば磁界中で材料作製を行い磁気異方性の容易軸を磁界方向に揃える方法があげられる。したがって、この方法を用いた場合は、図3(a)の電磁波吸収材は無磁界中で作製することにより、図3(b)の電磁波吸収材は配向させたい方向に一樣磁界を印加して作製することにより、また図3(c)の電磁波吸収材は空間分布をもたせた磁界を印加して作製することにより、それぞれ得ることができる。

【0023】つぎに本発明によるパッケージを図4により説明する。本発明の電磁波吸収材を装荷したパッケージ6は、金属からなるキャビティ構造をなし、2つの入出力ポート8をもち、内壁の一部または全部に上記の電磁波吸収材1を配しているが、図では上蓋7の内側全面に板状の電磁波吸収材1を配した場合について示している。本発明のパッケージでは本発明の電磁波吸収材を適当に選択することにより、100GHz程度までの特定の電磁波の方向、空間分布、共振周波数をもつ特定モードのキャビティ共振を強く抑制すること、あるいはあらゆる電磁波の方向、空間分布、複数の共振周波数をもつ複数のモードのキャビティ共振を抑制することが可能である。

【0024】なお、本発明による電磁波吸収材は、上記パッケージに用いる以外にも汎用的な電磁波吸収材として利用することができる。

【0025】

【実施例】つぎに本発明の実施例を図面とともに説明する。図5は本発明の電磁波吸収材における μ_r の周波数特性を示す図、図6は本発明のパッケージにおけるキャビティ共振の抑制効果を示す図である。磁性体からなる粒子が集合体中で、互いに非磁性絶縁体を介して分離している図1(a)のタイプとし、磁性体からなる粒子の材料の種類を、図2(b)の磁性体からなる粒子がそれぞれ1種類の六方晶フェライトからなるが、六方晶フェライトの種類は必ずしも同一でないタイプとし、磁性体からなる粒子の結晶方位を図3(a)の磁性体からなる粒子が集合体の中で、その結晶方位が等方的であるタイプとし、表1に示すNo. 1からNo. 20の六方晶フェライトをそれぞれ5%づつ一様に混合した電磁波吸収材における μ_r の周波数特性を図5に示す。 μ_r は数GHzから100GHz付近までほぼ一定の値を有し、この帯域で電磁波吸収効果を示す。

【0026】上記電磁波吸収材を図4に示すパッケージと同様に上部蓋の内側全部に配したパッケージにおけるキャビティ共振抑制の状態を図6に示す。電磁波吸収材

は板状でサイズを $15\text{mm} \times 15\text{mm} \times 1\text{mm}$ とした。パッケージの内寸法は $15\text{mm} \times 15\text{mm} \times 6\text{mm}$ であり、2つの入出力ポートはパッケージ内でマイクロストリップラインにより接続した。キャビティ共振の抑圧効果は、一方の入出力ポートから他方のポートへの透過係数の大きさ $|S_{21}|$ により評価した。図6に示す破線は電磁波吸収材を装荷していない場合を示し、実線は装荷した場合を示している。 $|S_{21}|$ の急激な減少ピークはキャビティ共振に対応する。電磁波吸収材を装荷した場合は 100GHz 付近まで $|S_{21}|$ の減少ピーク、すなわちキャビティ共振が抑制されていることがわかる。

【0027】本発明の電磁波吸収材は数十 GHz の高周波まで電磁波吸収効果を有することが示され、上記電磁波吸収材を装荷したパッケージでは数十 GHz の高周波までキャビティ共振を抑制することができた。

【0028】

【発明の効果】上記のように本発明による電磁波吸収材およびパッケージは、磁性体からなる粒子が少なくとも1個以上集まって構成された集合体であり、上記粒子がそれぞれ1種類以上の六方晶フェライトからなる電磁波吸収材であり、また上記電磁波吸収材を用いたパッケージであることによって、数十 GHz の高周波でも電磁波吸収効果を示す電磁波吸収材が実現し、また、数十 GHz の高周波でもキャビティ共振を抑制するパッケージが実現する。さらに、電磁波吸収効果を示す周波数を制御した電磁波吸収材が実現し、キャビティ共振を抑制する周波数を制御したパッケージが実現でき、また、特定の周波数で強い電磁波吸収効果を示す電磁波吸収材が実現し、特定モードのキャビティ共振を強く抑制するパッケージが実現できる。

【0029】さらにまた、広帯域で電磁波吸収効果を示す電磁波吸収材が実現し、広帯域でキャビティ共振を抑制するパッケージを実現でき、また、等方性の電磁波吸収材が実現し、全てのモードのキャビティ共振を抑制するパッケージが実現できた。あるいはまた、一方性の異方性をもった電磁波吸収材を実現し、特定モードのキャビティ共振を強く抑制するパッケージが実現できる。さらに、空間的に分布をもつ異方性の電磁波吸収材が得ら

れ、また、空間的に分布をもつ特定モードのキャビティ共振を強く抑制するパッケージを実現することができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による電磁波吸収材の集合体の形態例を示す図で、(a)は磁性体粒子が非磁性絶縁体を介して分離した状態を示す図、(b)は磁性体粒子が互いに接触して粒子群を形成し、粒子群が非磁性絶縁体を介して分離した状態を示す図、(c)は磁性体粒子が互いに接触して集合体を構成した状態を示す図である。

【図2】磁性体粒子の材料の種類に関する例を示す図で、(a)は磁性体粒子が1種類の六方晶フェライトからなり、全粒子が同一種類の六方晶フェライトである状態を示す図、(b)は磁性体粒子が1種類の六方晶フェライトからなるが、六方晶フェライトの種類は必ずしも同一でない状態を示す図、(c)は磁性体粒子が、それぞれ1種類の六方晶フェライトからなるか、または複数種の六方晶フェライトからなる状態を示す図である。

【図3】磁性体粒子の結晶方位の例を示す図で、(a)は結晶方位が等方的であり、(b)は一方向に配向し、(c)は空間的に分布をもつて配向している状態をそれぞれ示す図である。

【図4】本発明におけるパッケージの実施例を示す図である。

【図5】本発明の電磁波吸収材における μ_r の周波数特性を示す図である。

【図6】本発明のパッケージにおけるキャビティ共振の抑制効果($|S_{21}|$ の周波数特性)を示す図である。

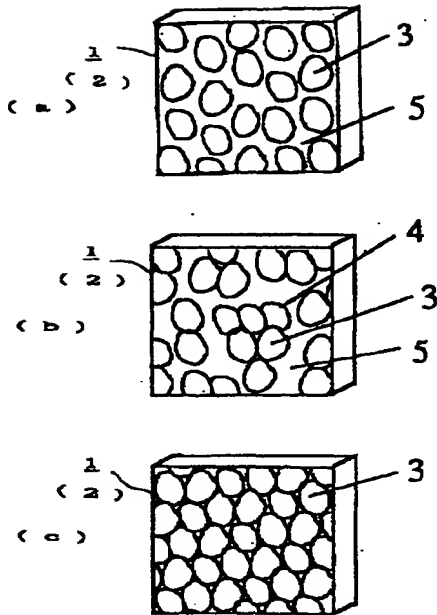
【図7】従来のNiZnフェライト-ゴム複合体を用いた電磁波吸収材における μ_r の周波数特性を示す図である。

【符号の説明】

- 1 電磁波吸収材
- 2 集合体
- 3 磁性体からなる粒子
- 4 粒子群
- 5 非磁性絶縁体
- 6 パッケージ

【図1】

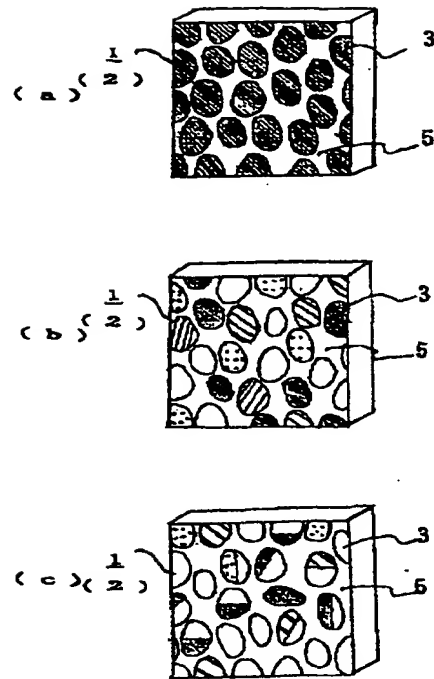
図 1



- 1: 電磁波吸収材
2: 集合体
3: 磁性体からなる粒子
4: 粒子群
5: 非磁性絶縁体
6: パッケージ

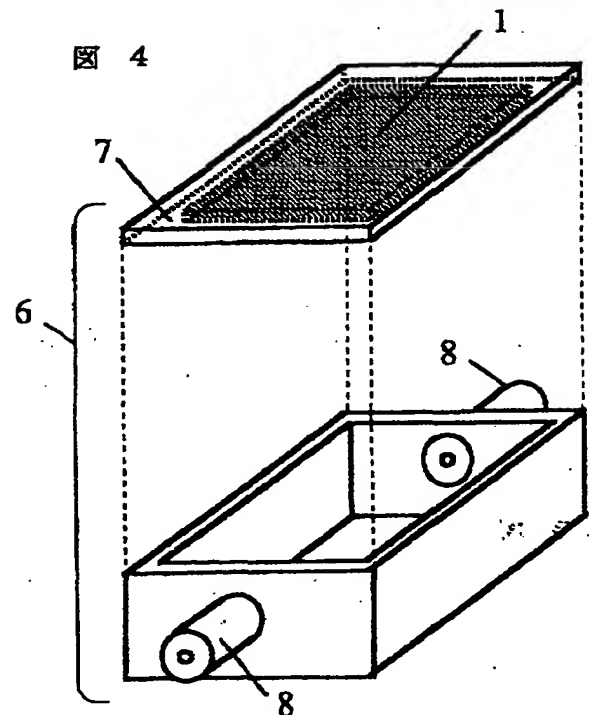
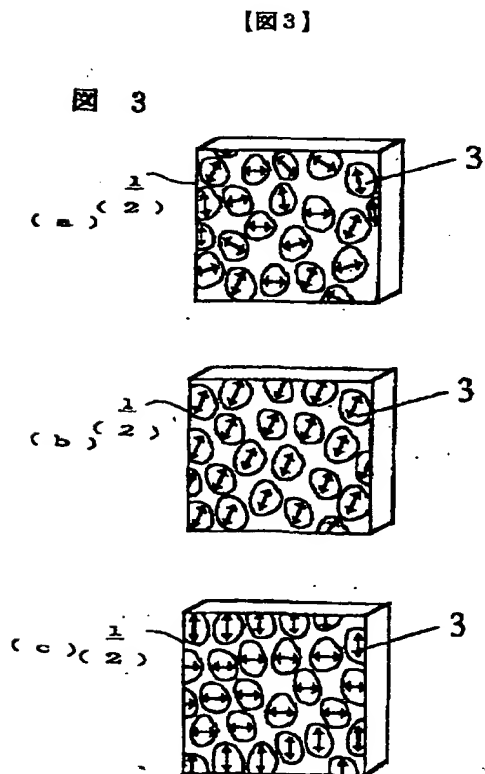
【図2】

図 2

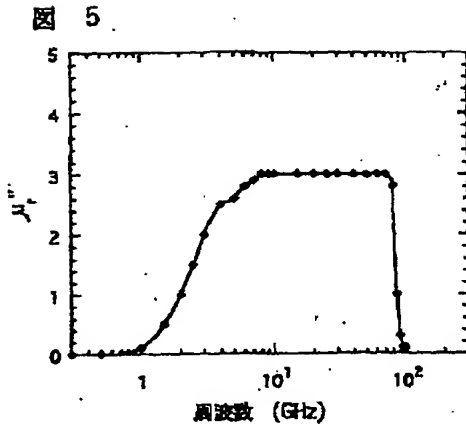


【図4】

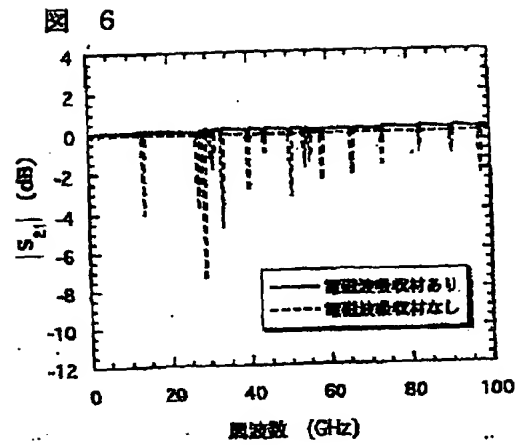
図 4



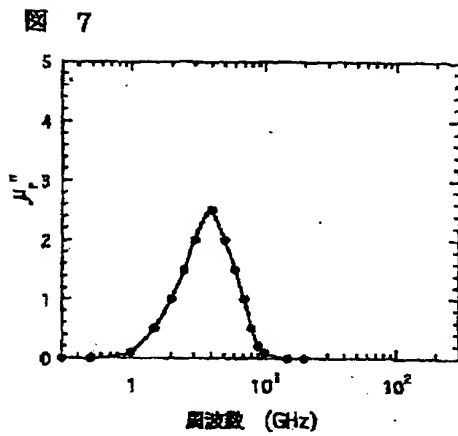
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 石塚 文則
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 岩崎 登
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内
(72)発明者 久々津 直哉
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

